

Docket No.: 50195-412

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
Tatsuhiro FUKUZAWA, et al.	:	Confirmation Number:
Serial No.:	:	Group Art Unit:
Filed: January 20, 2004	:	Examiner: Unknown
For: BIPOLAR BATTERY AND RELATED METHOD	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

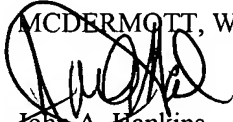
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2003-039766, filed February 18, 2003**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
John A. Hankins  
Registration No. 32,029

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 JAH:tlb  
Facsimile: (202) 756-8087  
Date: January 20, 2004

50195-412  
FUKUZAWA  
January 20, 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

*McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 2月18日

出願番号  
Application Number: 特願2003-039766  
[ST. 10/C]: [JP2003-039766]

出願人  
Applicant(s): 日産自動車株式会社

2003年11月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3091322

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-02461

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01M 10/40  
H01M 2/22  
H01M 4/02  
H01M 4/66

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 福沢 達弘

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 根本 好一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 保坂 賢司

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072349

【弁理士】

【氏名又は名称】 八田 幹雄

【電話番号】 03-3230-4766



## 【選任した代理人】

【識別番号】 100102912

【弁理士】

【氏名又は名称】 野上 敦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100110995

【弁理士】

【氏名又は名称】 奈良 泰男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100111464

【弁理士】

【氏名又は名称】 齋藤 悦子

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100114649

【弁理士】

【氏名又は名称】 宇谷 勝幸

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100124615

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤井 敏史

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001719

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バイポーラ電池

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 集電体の一方の面に正極が形成され、他方の面に負極が形成されたバイポーラ電極を、電解質層を挟んで複数枚直列に積層したバイポーラリチウムイオン二次電池において、

電極側面の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられていることを特徴とするバイポーラ電池。

【請求項 2】 前記スペーサが、電解質シール部の樹脂に完全に取り込まれていることを特徴とする請求項 1 に記載のバイポーラ電池。

【請求項 3】 電極を積層する際に、電極周囲にスペーサを配置し、その後、電極周囲に樹脂を注入して電解質シール部を形成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のバイポーラ電池の製造方法。

【請求項 4】 正極活物質としてリチウム遷移金属複合酸化物を用い、負極活物質としてカーボンもしくはリチウム遷移金属複合酸化物を用いてなることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のバイポーラ電池。

【請求項 5】 前記電解質層に、電解液を染み込ませたセパレータ若しくは高分子ゲル電解質を用いたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のバイポーラ電池。

【請求項 6】 前記高分子電解質に固体高分子を用いたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のバイポーラ電池。

【請求項 7】 請求項 1～6 に記載のバイポーラ電池を複数個接続して構成した組電池。

【請求項 8】 請求項 1～6 に記載のバイポーラ電池および／または請求項 7 に記載の組電池を駆動用電源として搭載してなることを特徴とする車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、正極活物質と負極活物質とが集電体の両側に配置され、電池内で単

電池層が直列に接続されてなるバイポーラ電池に関し、より詳しくは、高分子固体電解質に比してイオン伝導度に優れた高分子ゲル電解質を用いてなるバイポーラ電池に関する。

#### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

近年、環境保護のため二酸化炭素排出量の低減が切に望まれている。自動車業界では、電気自動車（E V）やハイブリッド電気自動車（H E V）の導入による二酸化炭素排出量の低減に期待が集まっており、これらの実用化の鍵を握るモータ駆動用二次電池の開発が鋭意行われている。二次電池としては、高エネルギー密度、高出力密度が達成できるリチウムイオン二次電池に注目が集まっている。ただし、自動車に適用するためには、大出力を確保するために、複数の二次電池を直列に接続して用いる必要がある。

#### 【0 0 0 3】

しかしながら、接続部を介して電池を接続した場合、接続部の電気抵抗によって出力が低下してしまう。また、接続部を有する電池は空間的にも不利益を有する。即ち、接続部によって、電池の出力密度やエネルギー密度の低下がもたらされる。

#### 【0 0 0 4】

この問題を解決するものとして、集電体の両側に正極活物質と負極活物質とを配置したバイポーラ電池が開発されている。

#### 【0 0 0 5】

このうち、電解質として溶液を含まない高分子固体電解質を用いてなるバイポーラ電池が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。これによれば、電池内に溶液（電解液）を含まないため、液漏れやガス発生心配がなく、信頼性が高く、また構造的にも密閉シールが不要なバイポーラ電池を提供できるものである。しかしながら、高分子固体電解質のイオン伝導度は、電解質としてセパレータに電解液を染み込ませたもの（以下、単に溶液電解質）やゲル電解質と比べると低く、通常の使用環境では、電池の出力密度やエネルギー密度が十分でなく、実用化段階に至っていないのが現状であり、更なるイオン伝導度の向上が待たれ

ている。

#### 【0006】

一方、電解液を有する電解質を用いてなるバイポーラ電池が提案されている（例えば、特許文献2参照。）。電解液を有する電解質、特にゲル電解質を用いれば、イオン伝導度に優れ、電池の出力密度やエネルギー密度も十分に得られるため、実用化段階に最も近いバイポーラ電池として期待されている。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開2000-100471号公報

##### 【特許文献2】

特開平11-204136号公報

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、電解質層に、電解液を染み込ませたセパレータを用いてなる溶液系電解質や電解液の比率の高い高分子ゲル電解質を用いてバイポーラ電池を構成しようとする、押圧などにより電解質部分から電解液が染み出すことにより、単電池層間が液絡（短絡）する危険性がある。すなわち、バイポーラ型でない従来のリチウムイオン電池のように電池内の積層電極が並列接続されているものと異なり、電池内で積層された単電池層が直列に接続されてなるバイポーラ電池では、単電池層間の集電体箔同士が機械的に接触あるいは電解液を介して接触することで電氣的な短絡（あるいはイオンの短絡；液絡）することになる。それを防ぐため、単電池層周囲に電解質シール部を形成する必要がある。

#### 【0009】

シール部形成の手法として、電極を積層した後に、電極周囲に樹脂を流し込む手法が考えられる。

#### 【0010】

しかしながら、通常集電体に用いられる金属箔は、厚さが10～20 $\mu$ m程度であり、箔と箔の間隔も100 $\mu$ m程度であるため、そこに粘度の高い樹脂の前駆体を注入しようとする、樹脂前駆体の圧力により箔同士が接触するおそれ

がある。

#### 【0 0 1 1】

箔同士が接触すると、単電池層間が電氣的に短絡してしまうため、それを防ぐために電極を形成した集電体箔の周囲に絶縁処理を施す（電解質シール部を別途形成が必要である）と、余分な構造が増えてしまう。

#### 【0 0 1 2】

したがって本発明が目的とするところは、電池内で単電池層が直列に接続されてなるバイポーラ電池において、集電体箔同士の間隔を保ったまま電解質シール部を形成でき、該電解質シール部が電極間の電氣的な絶縁も兼ねることができる信頼性の高いバイポーラ電池を提供することである。

#### 【0 0 1 3】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、集電体の一方の面に正極が形成され、他方の面に負極が形成されたバイポーラ電極を、電解液を染み込ませたセパレータ（溶液電解質）若しくは高分子ゲル電解質を挟んで複数枚直列に積層したバイポーラリチウムイオン二次電池において、

電極側面の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられていることを特徴とするバイポーラ電池である。

#### 【0 0 1 4】

##### 【発明の効果】

本発明のバイポーラ電池では、電極を形成した集電体箔の周囲（電極側面）の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられているため、単電池層周囲に電解質シール部を形成する際に、電極を積層した後に電極周囲に樹脂を流し込んでも箔同士が接触するのを防止することができる。これにより、樹脂（前駆体）を流し込んだり、浸漬させるなどして電解質シール部を形成することができる。そのため、溶液系電解質や高分子ゲル電解質からの電解液の漏れ出しを簡便かつ効果的に防ぐことができる。よって、単電池層間の液絡（短絡）を防止することができ、イオン伝導度に優れ、充放電特性などの電池特性に優れたコンパクトなバイポーラ電池を提供できる。そのため、信頼性が高



く、優れたエネルギー密度および出力密度を保持できており各種産業において有用な電力源となる。このことは高分子固体電解質を用いるバイポーラ電池においても、電解質シール部の形成の際に箔同士の接触するのを防止することができるため、同様の効果を得ることができる。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態につき、説明する。

#### 【0016】

本発明に係るバイポーラ電池は、集電体の一方の面に正極が形成され、他方の面に負極が形成されたバイポーラ電極を、電解液を染み込ませたセパレータ（溶液電解質）若しくは高分子ゲル電解質を挟んで複数枚直列に積層したバイポーラリチウムイオン二次電池において、

電極側面の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられていることを特徴とするものである。

#### 【0017】

また、本発明に係るバイポーラ電池の製造方法は、電極を積層する際に、電極周囲にスペーサを配置し、その後、電極周囲に樹脂を注入して電解質シール部を形成することを特徴とするものである。以下、本発明のバイポーラ電池につき、その特徴部分の製造方法と併せて説明する。

#### 【0018】

本発明では、箔（集電体）同士の接触を防止することができるので、簡易かつ確実に電解質シール部（電解質シール用の樹脂が保持されてなる部分）を形成することができ、電解質の漏れ出しによる液絡（短絡）を防ぐこともできる。

#### 【0019】

図1～4に本発明に係るバイポーラ電池の基本構成の概略を図面を用いて簡単に説明する。このうち、図1には、バイポーラ電池を構成するバイポーラ電極の構造を模式的に表わした概略断面図を示し、図2には、バイポーラ電池を構成する単電池層の構造を模式的に表わした概略断面図を示し、図3には、バイポーラ電池の全体構造を模式的に表わした概略断面図を示し、図4には、バイポーラ電

池内に複数積層された単電池層が直列に接続されてなることを（記号化して）概念的に表わした概略図を示す。

#### 【0020】

図1～4に示したように、1枚の集電体1の片面に正極層2を設け、もう一方の面に負極層3を設けたバイポーラ電極5（図1参照のこと）を、電解質層4を挟み隣合うバイポーラ電極5の電極層2、3が対向するようになっている。すなわち、バイポーラ電池11では、集電体1の片方の面上に正極層2を有し、他方の面上に負極層3を有するバイポーラ電極（電極層）5を、電解質層4を介して複数枚積層した構造の電極積層体（バイポーラ電池本体）7からなるものである。最上層と最下層の電極5a、5bは、バイポーラ電極構造ではなく集電体1（または端子板）に必要な片面のみの電極層（正極層2または負極層3）を形成した構造となっている。

#### 【0021】

また、こうしたバイポーラ電極5等を複数枚積層した電極積層体7の最上層と最下層の電極5a、5bは、バイポーラ電極構造でなくてもよく、集電体1（または端子板）に必要な片面のみの電極層（正極層2または負極層3）を配置した構造としてもよい（図3参照のこと）。また、バイポーラ電池11では、上下両端の集電体1にそれぞれ正極および負極リード8、9が接合されている。

#### 【0022】

バイポーラ電極の積層回数は、所望する電圧に応じて調節する。シート状電池の厚みを極力薄くしても十分な出力が確保できるのであれば、バイポーラ電極の積層回数を少なくしてもよい。

#### 【0023】

また、本発明のバイポーラ電池11では、使用する際の外部からの衝撃、環境劣化を防止するために、電極積層体7部分を電池外装材（外装パッケージ）10に減圧封入し、電極リード8、9を電池外装材（外装パッケージ）10の外部に取り出した構造とするのがよい（図3、4参照のこと）。軽量化の観点からは、アルミニウム、ステンレス、ニッケル、銅などの金属（合金を含む）をポリプロピレンフィルム等の絶縁体で被覆したアルミラミネートパックなどの高分子-金

属複合ラミネートフィルムなど、従来公知の電池外装材を用いて、その周辺部の一部または全部を熱融着にて接合することにより、電極積層体 7 を収納し減圧封入（密封）し、電極リード 8、9 を電池外装材 10 の外部に取り出した構成とするのが好ましい。このバイポーラ電池 11 の基本構成は、図 4 に示すように、複数積層した単電池層（単セル）6 が直列に接続された構成ともいえるものである。なお、本発明のバイポーラ電池は、リチウムイオンの移動によって充放電が媒介されるバイポーラリチウムイオン二次電池に用いられる。ただし、電池特性の向上等の効果が得られるのであれば、他の種類の電池に適用することを妨げるものではない。

#### 【0024】

本発明では、上記したように、電極側面の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられていることを特徴とするものである。詳しくは、図 5 に示すように、バイポーラ電極 5 の側面に形成されてなる電解質シール部 21 の中に、電極 5（集電体 1）同士の間隔を保持するためのスペーサ 23 が設けられている（図 5（b）参照のこと）。以下、本発明の特徴部である電解質シール部およびスペーサを中心に説明する。

#### 【0025】

##### 〔電解質シール部〕

電解質シール部（以下、絶縁層ともいう。）は、集電体同士が接触したり、電解液が漏れ出したり、積層電極の端部の僅かな不ぞろいなどによる短絡が起こるのを防止する目的で、各電極の周囲に形成されてなるものである。

#### 【0026】

本発明では、該電解質シール部の形成の際に、粘性のあるシール用樹脂による圧迫で端子同士が接触し短絡するのを防止する目的で、電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられている。

#### 【0027】

従来、電解質層として溶液電解質または高分子ゲル電解質を用いたバイポーラ電池では、集電体の片面に 1 種類の正極材料を用いて正極層を形成し、反対側の面に 1 種類の負極材料を用いて負極層を形成してバイポーラ電極を形成し、それ

らを高分子ゲル電解質（層）を挟んで積層している。したがって、溶液電解質または高分子ゲル電解質中に含まれる電解液が染み出して、他の単電池層の電解液と接触することで、短絡（液絡）をするおそれがあった。それを防ぐため、本発明者らは、図 9 に示すように、単電池層周囲に電解質シール部を形成する必要がある、そのシール部形成の手法として、製造工程の簡素化の観点から、電極を積層した後に、電極積層体 7 の電極周囲に樹脂を流し込む手法として、図 9（b）に示すように、電極積層体 7 の電極周囲を樹脂槽の樹脂前駆体 3 1 中に浸漬することを試みた。しかしながら、通常集電体 1 に用いられる金属箔は、厚さが  $10 \sim 20 \mu\text{m}$  程度であり、箔と箔の間隔も  $100 \mu\text{m}$  程度であるため、そこに粘度の高い樹脂の前駆体 3 1 を浸漬などにより注入しようとする、図 9（c）に示すように、樹脂前駆体 3 1 の圧力（圧迫）により電極積層体 7 の電極周囲の集電体 1 箔同士が接触するおそれがある。集電体 1 の周縁部の箔同士が接触すると、単電池層間が電氣的に短絡してしまうため、それを防ぐために電極箔周囲に絶縁処理を施すと、余分な構造が増えてしまう。そこで、本発明では、以下に図面を用いて説明するように、電極を積層する際に、電極周囲にスペーサを配置し、その後、電極周囲に樹脂を注入して電解質シール部を形成することにより、上記問題点を解決し得たものである。ここで、図 5 は、本発明のバイポーラ電池に用いられる代表的な電極であって、電極周囲にスペーサを配置した段階での様子を模式的に表わした平面概略図および側面概略図である。

#### 【0028】

本発明のバイポーラ電池に用いられる電極 5 は、図 5 に示すように、集電体 1 の一方の面に正極 2 が形成され、他方の面に負極（図示せず）が形成されている。さらに、電極 5 の周囲、すなわち、電極（正極 2 ないし負極 3）5 の塗布面 5 a の外側に複数のスペーサ 2 3 を配置してなるものである。

#### 【0029】

ここで、電極 5 の周囲に配置するスペーサ 2 3 の形状は、電極同士の接触を防止することができるものであればよく、特に制限されるべきものではない。例えば、図 5 に示すような円柱形状、三角、四角などの多角柱形状、球形状、楕円形状等の非連続体、更に図 6 に示すような連続体や不織布のような連続体等を用い

ることができ、またこれらを適当に組み合わせて用いてもよい。

### 【0030】

また、電極5の周囲に配置するスペーサ23の大きさについても、電極同士の接触を防止することができるものであればよく、特に制限されるべきものではない。例えば、円柱形状等の非連続体の場合には、図7に示すように、電解質シール部21を形成する際に、スペーサが完全にシール部に取り込まれるように、電解質シール部21の幅 $W_1$ よりもスペーサの幅 $W_2$ を小さくし、シール部形成用の樹脂前駆体がスペーサの周囲、特にスペーサの後ろ側（図7の網掛け部分）まで廻り込める程度の大きさ及び間隔を保っておくのが望ましい。また、スペーサ23が図6に示すような連続体23aの場合には、連続体23aが有する空間開口部25の大きさおよび間隔を、連続体23aの空間開口部25に電解質シール部用の樹脂前駆体が浸漬や注入等により十分に充填できシール性を保持できるようにすればよい。また、不織布のような連続体の場合には、これにシール用樹脂を感心させる比になるので、結果的に、電解質シール部と略同じ大きさになるといえる。なお、連続体（図6のもののほか、不織布なども含む）の幅 $W_3$ は、電解質シール部と略同じ幅になるように設定すればよい。該連続体23aの幅 $W_3$ は、電解質シール部の幅 $W_1$ と略同じ幅にするのが望ましいが、該スペーサの使用目的からすれば、電解質シール部の幅 $W_1$ よりも小さくても何ら問題はない。

### 【0031】

また、上記スペーサ23の厚さ（高さ）は、電極（の集電体箔）同士の接触を防止することができればよく、図5（b）に示すように、電極間に相当する高さのスペーサ23を配置する場合には、該電極（の集電体箔）間に相当する高さと同程度とすればよいが、電極間を上下2つのスペーサを重ね合わせる（張り合わせる）ようにしてもよい。重ね合わせる場合には、上部側スペーサと下部側スペーサの厚さは、同じであってもよいし、異なってもよい。ここで、電極間に相当する高さとは、正極層と負極層と電解質層の厚さに相当する（図2参照のこと。）。また、必要に応じて、さらに上下スペーサの間に他のスペーサを挟み込んでもよい。特にスペーサ部材点数の低減及び製造過程の簡素化等の観点から、電極間に相当する高さのスペーサ23を配置するのが望ましい。

**【0032】**

また、電極5の周囲に設置するスペーサ23として非連続体を用いる場合、図5(b)の側面から見た場合に、上下のスペーサ23が同じ位置(場所)になるように設置してもよいし、異なる位置に設置してもよいなど特に制限されるものではない。

**【0033】**

また、スペーサ23として非連続体を用いる場合の数としては、スペーサの大きさにもよるが、電極同士の接触を防ぐことができるものであれば特に制限されるものではないが、作業性観点からは、上記要件を満足する範囲で極力設置数が少ないのがよい。

**【0034】**

また、スペーサ23として非連続体を用いる場合の設置長さは、図5(a)に示すように、集電体の4辺の周囲を端から端まで設置するのが確実であるが、端から端まで設置しなくても、電極同士の接触を防ぐことができるものであれば、より短くてもよい。

**【0035】**

上記スペーサの材料としては、使用目的である電極同士の接触を防止して液絡(短絡)を防止することができる材料であればよく、絶縁性、耐薬品性(特に耐アルカリ性)、耐熱性(電池使用温度)などを有し、軽量で加工性に優れ、電解質シール部用樹脂の前駆体との相溶性(接着性、濡れ性)に優れているものが望ましく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリエステルなどが好適に利用できるが、これらに制限されるべきものではない。

**【0036】**

また、上記スペーサ23の電極周囲への設置は、例えば、糊等で仮止めするだけでもよい。さらに接着剤による化学的接着法、熱融着法、熱圧着法など従来公知の方法により設置(接着)することができるものであり、特に制限されるべきものではない。なお、接着剤を用いる場合には、当該接着剤にもスペーサ材料や電解質シール部用樹脂に求められるような絶縁性、耐薬品性(耐アルカリ性)な

どを有する材料を用いるのが望ましい。ただし、不織布などでは、差し込む（挟み込む）だけでもよい。これは、その後、該不織布にシール部用樹脂を含浸、硬化させることで、電極周囲に強固に固定できるためである。

#### 【0037】

また、スペーサの設置時期は、正極ないし負極層を形成（印刷塗布）する前でもよいし、塗布後でもよいなど特に制限されるべきものではない。

#### 【0038】

次に、スペーサを設置した電解質シール部 21 は、図 8 に示すように、シール用樹脂前駆体 31 に浸漬する（図 8 と図 9 を比較参照のこと。）などし、その後硬化することにより、シール用樹脂が注入されシール部 21 が形成されてなるものである。なお、スペーサ 23 も電解質シール部 21 のシール用樹脂の 1 部とみなすこともできる。

#### 【0039】

シール用樹脂が注入、硬化されて形成されてなる電解質シール部 21 は、電解質層からの電解液の染み出しを防止する観点から、図 5（a）や図 7 に示すように、電極積層体 7 の電極側面の周囲全体に形成されている必要がある。上記電解質シール部 21 の幅  $W_1$  は、シール効果が得られる範囲内で少なくするのが、電池特性上望ましい。したがって、電解質シール部 21 の幅  $W_1$  は、スペーサの設置確保の点を考慮しても 5 mm ～ 2 cm 程度あれば、十分なシール効果を得ることができる。

#### 【0040】

なお、スペーサ 23 に開口部 25 のない連続体 23a を設ける場合、該スペーサ同士のつなぎ合わせ部分などに隙間が生じることもあることから、こうした隙間等への樹脂注入によりシール部 21 を形成し、電極積層体 7 の電極側面の周囲全体のシール性を確保するのが望ましい。

#### 【0041】

また本発明では、電解質層に高分子固体電解質を用いる場合についても、電池組み立ての際や使用中の振動や衝撃により、電極同士が接触するおそれがあることから、同様に電極同士の接触を防止するのに適した電池構成をとることが望ま

しい。この場合、電解液の染み出しはないことから、当該電解質シール部 21 は、必ずしも樹脂などでシールする必要はなく、スペーサを設けるだけでもよいが、上記で説明したように、電解質シール部 21 はシール用樹脂でシールしておいてもよい。

#### 【0042】

上記電極側面の電解質シール部（絶縁層）21 用の材料としては、絶縁性、電解質層からの電解液（アルカリ液）に対するシール性、耐アルカリ性、外部からの水分の透湿に対するシール性（密封性）、電池動作温度下での耐熱性などを有するものであれば特に制限されるべきものではなく、例えば、シリコン、エポキシ、ウレタン、ポリブタジエン、ポリプロピレン、ポリエチレン、パラフィンワックスなどから選択される樹脂（ゴムを含む）を用いるのが望ましい。これらの樹脂は、シール性（液密性）、耐薬品性（耐アルカリ性）、耐久性・耐候性、耐熱性などに優れ、電解質層から電解液が染み出すのを効果的に防止することができ、電解液の滲み出しによる液絡（短絡）を長期にわたり防ぐことができ、樹脂前駆体として、電極積層体 7 の電極周囲に該樹脂前駆体を流し込むことができ、それにより、設置したスペースが完全にシール部に取り込むことができる程度の粘性に容易に調製し得るからである。耐蝕性、耐薬品性、作り易さ（製膜性）、経済性などの観点からは、エポキシ樹脂が好ましい。

#### 【0043】

上記電極側面の電解質シール部 21 の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサ 23 が設けられている電極積層体 7 を用いた本発明のバイポーラ電池では、スペーサ 23 の働きにより電極周囲に樹脂前駆体を注入する際に電極同士が接触することなく形成できるため電極間での電氣的短絡を防止することができる。また、スペーサを含む電解質シール部 21 を電極側面の周囲全体に形成できるため、電解質層 4 中に含まれる電解液が電解質シール部 21 の外部にまで染み出すのを効果的に防止できる。そのため、他の単電池層 6 の電解液と接触することなく、短絡（液絡）をすることのない高い安全性を有する高品質のバイポーラ電池を提供することができるものである。

#### 【0044】



以上が、本発明に係るバイポーラ電池の特徴部分の構成要素である、電極側面の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられてなる構成部分を中心に説明したが、本発明のバイポーラ電池の他の構成要素については、特に制限されるべきものではなく、従来公知のバイポーラ電池に幅広く適用可能である。

#### 【0045】

以下、本発明のバイポーラ電池の上記〔電解質シール部〕以外の他の構成要素を中心に簡単に説明するが、本発明がこれらに何ら制限されるべきものでないことは言うまでもない。

#### 【0046】

##### 〔集電体〕

本発明で用いることのできる集電体としては、特に制限されるものではなく、従来公知のものを利用することができ、例えば、アルミニウム箔、ステンレス箔、ニッケルとアルミニウムのクラッド材、銅とアルミニウムのクラッド材、あるいはこれらの金属の組み合わせのめっき材などが好ましく使える。また、金属表面に、アルミニウムを被覆させた集電体であってもよい。また、場合によっては、2つ以上の金属箔を張り合わせた集電体を用いてもよい。耐蝕性、作り易さ、経済性などの観点からは、アルミニウム箔を集電体として用いることが好ましい。

#### 【0047】

集電体の厚さは、特に限定されないが、通常は1～100  $\mu\text{m}$ 程度である。

#### 【0048】

##### 〔正極層〕

正極層は、正極活物質を含む。この他にも、電子伝導性を高めるための導電助剤、イオン伝導性を高めるためのリチウム塩、バインダ、高分子電解質などが含まれ得るが、電解質層に高分子ゲル電解質を用いる場合には、正極活物質微粒子同士を結びつける従来公知のバインダ、電子伝導性を高めるための導電助剤などが含まれていればよく、高分子電解質の原料のホストポリマー、電解液やリチウム塩などは含まれていなくても良い。電解質層に溶液電解質を用いる場合にも、

正極層には高分子電解質の原料のホストポリマー、電解液やリチウム塩などは含まれていなくても良い。

#### 【0049】

このうち、正極活物質としては、溶液系のリチウムイオン電池でも使用される、遷移金属とリチウムとの複合酸化物（リチウム-遷移金属複合酸化物）を使用できる。具体的には、 $\text{LiCoO}_2$ などの $\text{Li} \cdot \text{Co}$ 系複合酸化物、 $\text{LiNiO}_2$ などの $\text{Li} \cdot \text{Ni}$ 系複合酸化物、スピネル $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ などの $\text{Li} \cdot \text{Mn}$ 系複合酸化物、 $\text{LiFeO}_2$ などの $\text{Li} \cdot \text{Fe}$ 系複合酸化物などが挙げられる。その他、 $\text{LiFePO}_4$ などの遷移金属とリチウムのリン酸化合物や硫酸化合物； $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{TiS}_2$ 、 $\text{MoS}_2$ 、 $\text{MoO}_3$ などの遷移金属酸化物や硫化物； $\text{PbO}_2$ 、 $\text{AgO}$ 、 $\text{NiOOH}$ などが挙げられる。

#### 【0050】

正極活物質の粒径は、バイポーラ電池の電極抵抗を低減するために、溶液タイプのリチウムイオン電池で用いられる一般に用いられる粒径よりも小さいものを使用するとよい。具体的には、正極活物質微粒子の平均粒径が $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ であるとよい。

#### 【0051】

上記導電助剤としては、アセチレンブラック、カーボンブラック、グラファイト等が挙げられる。ただし、これらに限られるわけではない。

#### 【0052】

上記バインダとしては、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）などが使用できる。ただし、これらに限られるわけではない。

#### 【0053】

上記高分子ゲル電解質は、上記に規定したように、イオン導伝性を有する固体高分子電解質に、通常リチウムイオン電池で用いられる電解液を含んだものであるが、さらに、リチウムイオン導伝性を持たない高分子の骨格中に、同様の電解液を保持させたものも含まれるものである。

#### 【0054】

ここで、高分子ゲル電解質に含まれる電解液（電解質塩および可塑剤）として

は、通常リチウムイオン電池で用いられるものであればよく、例えば、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiTaF}_6$ 、 $\text{LiAlCl}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 等の無機酸陰イオン塩、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等の有機酸陰イオン塩の中から選ばれる、少なくとも1種類のリチウム塩（電解質塩）を含み、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート等の環状カーボネート類；ジメチルカーボネート、メチルエチルカーボネート、ジエチルカーボネート等の鎖状カーボネート類；テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジブトキシエタン等のエーテル類； $\gamma$ -ブチロラクトン等のラクトン類；アセトニトリル等のニトリル類；プロピオン酸メチル等のエステル類；ジメチルホルムアミド等のアミド類；酢酸メチル、蟻酸メチルの中から選ばれる少なくとも1種類または2種以上を混合した、非プロトン性溶媒等の有機溶媒（可塑剤）を用いたものなどが使用できる。ただし、これらに限られるわけではない。

#### 【0055】

イオン導伝性を有する固体高分子電解質としては、例えば、ポリエチレンオキシド（PEO）、ポリプロピレンオキシド（PPO）、これらの共重合体のような公知の固体高分子電解質が挙げられる。

#### 【0056】

高分子ゲル電解質に用いられるリチウムイオン導伝性を持たない高分子としては、例えば、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、ポリビニルクロライド（PVC）、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）などが使用できる。ただし、これらに限られるわけではない。なお、PAN、PMMAなどは、どちらかと言うとイオン伝導性がほとんどない部類に入るものであるため、上記イオン伝導性を有する高分子とすることもできるが、ここでは高分子ゲル電解質に用いられるリチウムイオン導伝性を持たない高分子として例示したものである。

#### 【0057】

上記リチウム塩としては、例えば、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、L

$\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiTaF}_6$ 、 $\text{LiAlCl}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 等の無機酸陰イオン塩、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等の有機酸陰イオン塩、またはこれらの混合物などが使用できる。ただし、これらに限られるわけではない。

#### 【0058】

高分子ゲル電解質中のホストポリマーと電解液との比率（質量比）は、使用目的などに応じて決定すればよいが、2:98～90:10の範囲である。すなわち、当該正極層中の電解質材料からの電解液の染み出しについては、本発明の構成とすることで効果的にシールすることができる。そのため、上記高分子ゲル電解質中のホストポリマーと電解液との比率（質量比）に関しても、比較的電池特性を優先したものとすることができる。

#### 【0059】

正極層における、正極活物質、導電助剤、バインダ、高分子電解質（ホストポリマー、電解液など）、リチウム塩の配合量は、電池の使用目的（出力重視、エネルギー重視など）、イオン伝導性を考慮して決定すべきである。例えば、電解質層にゲル電解質を用いる場合には、正極層内における高分子電解質の配合量が少なすぎると、正極層内でのイオン伝導抵抗やイオン拡散抵抗が大きくなり、電池性能が低下してしまう。一方、正極層内における高分子電解質の配合量が多すぎると、電池のエネルギー密度が低下してしまう。従って、これらの要因を考慮して、目的に合致した高分子ゲル電解質量を決定する。

#### 【0060】

正極層の厚さは、特に限定するものではなく、配合量について述べたように、電池の使用目的（出力重視、エネルギー重視など）、イオン伝導性を考慮して決定すべきである。一般的な正極層の厚さは10～500  $\mu\text{m}$ 程度である。

#### 【0061】

##### 〔負極層〕

負極層は、負極活物質を含む。この他にも、電子伝導性を高めるための導電助剤、バインダ、高分子電解質（ホストポリマー、電解液など）、イオン伝導性を高めるためのリチウム塩などが含まれ得るが、高分子電解質層に高分子ゲ

ル電解質を用いる場合には、負極活物質微粒子同士を結びつける従来公知のバイнда、電子伝導性を高めるための導電助剤などが含まれていればよく、高分子電解質の原料のホストポリマー、電解液やリチウム塩などは含まれていなくても良い。電解質層に溶液電解質を用いる場合にも、負極層には高分子電解質の原料のホストポリマー、電解液やリチウム塩などは含まれていなくてもよい。負極活物質の種類以外は、基本的に「正極層」の項で記載した内容と同様であるため、ここでは説明を省略する。

#### 【0062】

負極活物質としては、溶液系のリチウムイオン電池でも使用される負極活物質を用いることができる。具体的には、カーボン、金属酸化物、リチウム－金属複合酸化物などを用いることができるが、好ましくはカーボンもしくはリチウム－遷移金属複合酸化物である。これらを用いることで、容量、出力特性（例えば、電池電圧が高くできるなど）に優れた電池を構成できるからである。なお、リチウム－遷移金属複合酸化物としては、例えば、リチウム－チタン複合酸化物などを用いることができる。また、カーボンとしては、例えば、黒鉛、グラファイト、アセチレンブラック、カーボンブラックなどを用いることができる。

#### 【0063】

##### [電解質層]

本発明のバイポーラ電池では、電解質層からの電解液の染み出しを防止するための電解質シール部を形成する際に、電極同士の接触を防止するのに適した電池構成を提供する観点から、該電解質層としては、電解液を染み込ませたセパレータ、もしくは、高分子ゲル電解質（不織布セパレータに高分子ゲル電解質を保持させたものを含む）がその対象となりえるものである。ただし、本発明では、高分子固体電解質についても、電池組み立ての際に、電極同士の接触することがあることから、同様に電極同士の接触を防止するのに適した電池構成をとることが望ましい。したがって、本発明では、その使用目的に応じて、（１）高分子ゲル電解質（不織布セパレータに高分子ゲル電解質を保持させたものを含む）、（２）高分子固体電解質または（３）電解液を染み込ませたセパレータのいずれにも適用し得るものである。

## 【0064】

(1) 高分子ゲル電解質（不織布セパレータに高分子ゲル電解質を保持させたものを含む）

高分子ゲル電解質としては、特に制限されるべきものではなく、従来のゲル電解質層に用いられているものを適宜利用することができる。ここで、ゲル電解質とは、ポリマーマトリックス中に電解液を保持させたものをいう。なお、本発明において、全固体高分子電解質（単に、高分子固体電解質ともいう）と、ゲル電解質との違いは、以下のとおりである。

## 【0065】

・ポリエチレンオキシド（PEO）などの全固体高分子電解質に、通常のリチウムイオン電池で用いられる電解液を含んだものがゲル電解質である。

## 【0066】

・ポリフッ化ビニリデン（PVDF）など、リチウムイオン伝導性をもたない高分子の骨格中に、電解液を保持させたものもゲル電解質にあたる。

## 【0067】

・ゲル電解質を構成するのポリマー（ホストポリマーないしポリマーマトリックスとも称する。）と電解液の比率は幅広く、ポリマー100質量%を全固体高分子電解質、電解液100質量%を液体電解質とすると、その中間体はすべてゲル電解質にあたる。

## 【0068】

上記ゲル電解質の、ホストポリマーとしては、特に制限されるべきものではなく、従来公知のものを利用することができるが、好ましくは、ポリエチレンオキシド（PEO）、ポリプロピレンオキシド（PPO）、ポリエチレングリコール（PEG）、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリフッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン（PVdF-HFP）、ポリ（メチルメタクリレート）（PMMA）およびそれらの共重合体が望ましく、溶媒には、エチレンカーボネート（EC）、プロピレンカーボネート（PC）、γ-ブチロラクトン（GBL）、ジメチルカーボネート（DMC）、ジエチルカーボネート（DEC）、およびそれらの混合物が望ましい。

## 【0069】

上記ゲル電解質の、電解液（電解質塩および可塑剤）としては、特に制限されるべきものではなく、従来公知のものを利用することができる。具体的には、通常リチウムイオン電池で用いられるものであればよく、例えば、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiTaF}_6$ 、 $\text{LiAlCl}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 等の無機酸陰イオン塩、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等の有機酸陰イオン塩の中から選ばれる、少なくとも1種類のリチウム塩（電解質塩）を含み、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート等の環状カーボネート類；ジメチルカーボネート、メチルエチルカーボネート、ジエチルカーボネート等の鎖状カーボネート類；テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジブトキシエタン等のエーテル類； $\gamma$ -ブチロラクトン等のラクトン類；アセトニトリル等のニトリル類；プロピオン酸メチル等のエステル類；ジメチルホルムアミド等のアミド類；酢酸メチル、蟻酸メチルの中から選ばれる少なくとも1種類または2種以上を混合した、非プロトン性溶媒等の有機溶媒（可塑剤）を用いたものなどが使用できる。ただし、これらに限られるわけではない。

## 【0070】

本発明におけるゲル電解質中の電解液の割合としては、特に制限されるべきものではないが、イオン伝導度などの観点から、数質量%～98質量%程度とするのが望ましい。本発明では、電解液の割合が70質量%以上の、電解液が多いゲル電解質について、特に効果がある。

## 【0071】

また、本発明では、ゲル電解質に含まれる電解液の量は、ゲル電解質内部で略均一になるようにしてもよいし、中心部から外周部に向けて傾斜的に少なくしていくてもよい。前者は、より広範囲で反応性を得ることができるため好ましく、後者は、外周部の全固体高分子電解質部の電解液に対するシール性を高めることができる点で好ましい。中心部から外周部に向けて傾斜的に少なくしていく場合には、上記ホストポリマーには、リチウムイオン伝導性のあるポリエチレンオキ

シド（PEO）、ポリプロピレンオキシド（PPO）およびそれらの共重合体を用いることが望ましい。

#### 【0072】

また、本発明では、電解質層が不織布セパレータに高分子ゲル電解質を保持させたものであってもよい（後述する実施例を参照のこと。）。

#### 【0073】

ここで、高分子ゲル電解質を保持させる為に用いる不織布セパレータとしては、特に制限されるべきものではなく、繊維を絡めてシート化することにより製造することができる。また、加熱によって繊維同士を融着することにより得られるスパンボンド等も用いることができる。すなわち、繊維を適当な方法でウェブ（薄綿）状またはマット状に配列させ、適当な接着剤あるいは繊維自身の融着力により接合して作ったシート状のものであればよい。上記接着剤としては、製造及び使用時の温度下で十分な耐熱性を有し、ゲル電解質に対しても反応性や溶解性等がなく安定したものであれば、特に制限されるべきものではなく、従来公知のものを利用できる。また、使用繊維としては、特に制限されるものではなく、例えば、綿、レーヨン、アセテート、ナイロン、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレンなどのポリオレフィン、ポリイミド、アラミドなど従来公知のものを用いることができ、使用目的（電解質層に要求される機械強度など）に応じて、単独または混合して用いる。また、不織布のかさ密度は、含浸させた高分子ゲル電解質により十分な電池特性を得られるものであればよく、特に制限されるべきものではない。すなわち、あまり不織布のかさ密度が大きすぎると、電解質層中の非電解質材料が占める割合が大きくなりすぎ、電解質層におけるイオン伝導度などを損なうおそれがあるためである。

#### 【0074】

不織布セパレータの空孔率は50～90%であることが好ましい。空孔率が50%未満では、電解液の保持性が悪化し、90%超では強度が不足する。さらに、不織布セパレータの厚さは、後述する電解質層と同じであればよく、好ましくは5～200  $\mu\text{m}$ であり、特に好ましくは10～100  $\mu\text{m}$ である。厚さが5  $\mu\text{m}$ 未満では電解液の保持性が悪化し、200  $\mu\text{m}$ を超える場合には抵抗が増大す



ることになる。

#### 【0075】

なお、スペーサとして用いる不織布連続体では、上記不織布セパレータのうち絶縁性材料のものを利用することができる。不織布連続体の場合も、空孔率50～90%程度のものを適宜利用することができる。

#### 【0076】

##### (2) 高分子固体電解質

全固体高分子電解質としては、特に制限されるべきものではなく、従来公知のものを利用することができる。具体的には、イオン伝導性を有する高分子から構成される層であり、イオン伝導性を示すのであれば材料は限定されない。全固体高分子電解質としては、ポリエチレンオキシド (PEO)、ポリプロピレンオキシド (PPO)、これらの共重合体のような公知の固体高分子電解質が挙げられる。固体高分子電解質中には、イオン伝導性を確保するためにリチウム塩が含まれる。リチウム塩としては、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 、またはこれらの混合物などが使用できる。ただし、これらに限られるわけではない。PEO、PPOのようなポリアルキレンオキシド系高分子は、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ などのリチウム塩をよく溶解しうる。また、架橋構造を形成することによって、優れた機械的強度が発現する。

#### 【0077】

##### (3) 電解液を染み込ませたセパレータ

セパレータに染み込ませることのできる電解液としては、既に説明した正極層の高分子ゲル電解質に含まれる電解液（電解質塩および可塑剤）と同様のものを用いることができるため、ここでの説明は省略する。

#### 【0078】

上記セパレータとしては、特に制限されるべきものではなく、従来公知のものを用いることができるものであり、例えば、上記電解液を吸収保持するポリマーからなる多孔性シート（例えば、ポリオレフィン系微多孔質セパレータなど）を用いることができる。有機溶媒に対して化学的に安定であるという性質を持つ上

記ポリオレフィン系微多孔質セパレータは、電解質（電解液）との反応性を低く抑えることができるという優れた効果を有するものである。

#### 【0079】

該ポリマーの材質としては、例えば、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、PP/PE/PPの3層構造をした積層体、ポリイミドなどが挙げられる。

#### 【0080】

上記セパレータの厚みとして、使用用途により異なることから一義的に規定することはできないが、電気自動車（EV）やハイブリッド電気自動車（HEV）などのモータ駆動用二次電池などの用途においては、単層あるいは多層で4～60  $\mu\text{m}$ であることが望ましい。セパレータの厚さが、かかる範囲にあることでセパレータに微粒が食い込むことによって発生する短絡の防止と、高出力のために電極間を狭くすることが望ましいという理由から、厚さ方向の機械的強度と高出力性の確保という効果がある。また電池を複数接続する場合には、電極面積が増大することから、電池の信頼性を高めるために上記範囲のなかでも厚形のセパレータを用いることが望ましい。

#### 【0081】

上記セパレータの微細孔の径は、最大で1  $\mu\text{m}$ 以下（通常、数十nm程度の孔径である）であることが望ましい。セパレータの微細孔の平均径が、上記範囲にあることで熱によってセパレータが熔融して微細孔が閉じる「シャットダウン現象」が速やかに起きるという理由から、異常時信頼性が上がり、その結果として耐熱性が向上するという効果がある。すなわち、過充電で電池温度が上昇していったとき（異常時）に、セパレータが熔融して微細孔が閉じる「シャットダウン現象」が速やかに起きることで、電池（電極）の正極（+）から負極（-）側に $\text{Li}^+$ イオンが通れなくなり、それ以上は充電できなくなる。そのため過充電できなくなり、過充電が解消する。その結果、電池の耐熱性（安全性）が向上するほか、ガスがでて電池外装材の熱融着部（シール部）が開くのを防止できる。ここでセパレータの微細孔の平均径は、セパレータを走査電子顕微鏡等で観察し、その写真をイメージアナライザ等で統計的に処理した平均径として算出される。

**【0082】**

上記セパレータの空孔率は20～50%であることが望ましい。セパレータの空孔率が、上記範囲にあることで電解質（電解液）の抵抗による出力低下の防止と、微粒がセパレータの空孔（微細孔）を貫くことによる短絡の防止という理由から出力と信頼性の両方を確保するという効果がある。ここでセパレータの空孔率とは、原材料レジンの密度と最終製品のセパレータの密度から体積比として求められる値である。

**【0083】**

上記セパレータへの電解液の含浸量は、セパレータの保液能力範囲まで含浸させればよいが、当該保液能力範囲を超えて含浸させてもよい。これは、電解質シール部に樹脂を注入して電解質層からの電解液の染み出しを防止できるため、該電解質層に保液できる範囲であれば含浸可能である。該電解液は、電解質シール部に樹脂を注入する際に各電極間ごとに通液口（各1箇所ずつ）を残しておき、ここから真空注液法などにより注液した後、当該通液口に樹脂を注入して完全にシールすることができるなど、従来公知の方法でセパレータに電解液を含浸させることができる。

**【0084】**

なお、上記（1）～（3）の電解質層は、1つの電池の中で併用してもよい。

**【0085】**

また、高分子電解質は、高分子ゲル電解質層、正極活物質層、負極活物質層に含まれ得るが、同一の高分子電解質を使用してもよく、層によって異なる高分子電解質を用いてもよい。

**【0086】**

ところで、現在好ましく使用される高分子ゲル電解質用のホストポリマーは、PEO、PPOのようなポリエーテル系高分子である。このため、高温条件下における正極側での耐酸化性が弱い。従って、溶液系のリチウムイオン電池で一般に使用される、酸化還元電位の高い正極剤を使用する場合には、負極の容量が、高分子ゲル電解質層を介して対向する正極の容量より少ないことが好ましい。負極の容量が対向する正極の容量より少ないと、充電末期に正極電位が上がり過ぎ

ることを防止できる。なお、正極および負極の容量は、正極および負極を製造する際の理論容量として、製造条件から求めることができる。完成品の容量を測定装置で直接測定してもよい。

#### 【0087】

ただし、負極の容量を対向する正極の容量と比べて少ないと、負極電位が下がりすぎて電池の耐久性が損なわれる恐れがあるので充放電電圧に注意する必要がある。例えば、一のセル（単電池層）の平均充電電圧を使用する正極活物質の酸化還元電位に対して適切な値に設定して、耐久性が低下しないように注意する。

#### 【0088】

電池を構成する電解質層の厚さは、特に限定するものではない。しかしながら、コンパクトなバイポーラ電池を得るためには、電解質としての機能が確保できる範囲で極力薄くすることが好ましい。一般的な電解質層の厚さは5～200  $\mu$ m、好ましくは10～100  $\mu$ m程度である。

#### 【0089】

##### [正極および負極端子板]

正極および負極端子板は、必要に応じて使用すればよい。用いる場合には、端子としての機能を有するほか、薄型化の観点からは極力薄い方がよいが、積層されてなる電極、電解質および集電体はいずれも機械的強度が弱いため、これらを両側から挟みし支持するだけの強度を持たせることが望ましい。さらに、端子部での内部抵抗を抑える観点から、正極および負極端子板の厚さは、通常0.1～2mm程度が望ましいといえる。

#### 【0090】

正極および負極端子板の材質は、通常リチウムイオン電池で用いられる材質を用いることができる。例えば、アルミニウム、銅、チタン、ニッケル、ステンレス鋼（SUS）、これらの合金などを利用することができる。耐蝕性、作り易さ、経済性などの観点からは、アルミニウムを用いることが好ましい。

#### 【0091】

正極端子板と負極端子板との材質は、同一の材質を用いてもよいし、異なる材質のものを用いてもよい。さらに、これら正極および負極端子板は、材質の異な

るものを多層に積層したものであってもよい。

【0 0 9 2】

正極および負極端子板は、集電体と同じサイズであればよい。

【0 0 9 3】

[正極および負極リード]

正極および負極リードに関しては、通常リチウムイオン電池で用いられる公知のリードを用いることができる。なお、電池外装材（電池ケース）から取り出された部分は、自動車の熱源との距離がないことから、これらに接触して漏電したりして自動車部品（特に電子機器）に影響を与えないように、耐熱絶縁性の熱収縮チューブなどにより被覆しておくのが好ましい。

【0 0 9 4】

[電池外装材（電池ケース）]

バイポーラ電池は、外部からの衝撃、環境劣化を防止するために、使用する際の外部からの衝撃、環境劣化を防止するために、バイポーラ電池本体である電池積層体全体を電池外装材ないし電池ケース（図示せず）に収容するとよい。軽量化の観点からは、アルミニウム、ステンレス、ニッケル、銅などの金属（合金を含む）をポリプロピレンフィルム等の絶縁体で被覆した高分子－金属複合ラミネートフィルムやアルミラミネートパックなど、従来公知の電池外装材を用いて、その周辺部の一部または全部を熱融着にて接合することにより、電池積層体を収納し密封した構成とするのが好ましい。この場合、上記正極および負極リードは、上記熱融着部に挟まれて上記電池外装材の外部に露出される構造とすればよい。また、熱伝導性に優れた高分子－金属複合ラミネートフィルムやアルミラミネートパックなどを用いることが、自動車の熱源から効率よく熱を伝え、電池内部を電池動作温度まですばやく加熱することができる点で好ましい。

【0 0 9 5】

次に、本発明では、上記のバイポーラ電池を複数個接続して構成した組電池とすることができる。すなわち、本発明のバイポーラ電池を少なくとも 2 個以上を用いて直列および／または並列に接続して構成した組電池とすることで、使用目的ごとの電池容量や出力に対する要求に、比較的安価に対応することが可能にな

る。

#### 【0096】

具体的には、例えば、上記のバイポーラ電池をN個並列に接続し、N個並列にしたバイポーラ電池をさらにM個直列にして金属製ないし樹脂製の組電池ケースに収納し、組電池とする。この際、バイポーラ電池の直列／並列接続数は、使用目的に応じて決定する。例えば、電気自動車（EV）やハイブリッド電気自動車（HEV）など大容量電源として、高エネルギー密度、高出力密度が求められる車両の駆動用電源に適用し得るように組み合わせればよい。また、組電池用の正極端子および負極端子と、各バイポーラ電池の電極リードとは、リード線等を用いて電氣的に接続すればよい。また、バイポーラ電池同士を直列／並列に接続する際には、スペーサやバスバーのような適当な接続部材を用いて電氣的に接続すればよい。ただし、本発明の組電池は、ここで説明したものに制限されるべきものではなく、従来公知のものを適宜採用することができる。また、該組電池には、使用用途に応じて、各種計測機器や制御機器類を設けてもよく、例えば、電池電圧を監視するために電圧計測用コネクタなどを設けておいてもよいなど、特に制限されるものではない。

#### 【0097】

本発明では、上記のバイポーラ電池および／または組電池を駆動用電源として搭載した車両とすることができる。本発明のバイポーラ電池および／または組電池は、上述のように各種特性を有し、特に、コンパクトな電池である。このため、エネルギー密度および出力密度に関して、とりわけ厳しい要求がなされる車両、例えば、電気自動車やハイブリッド電気自動車等の駆動用電源として好適であり、燃費、走行性能に優れた電気自動車、ハイブリッド自動車を提供できる。例えば、電気自動車ないしハイブリッド電気自動車の車体中央部の座席下に組電池を駆動用電源として搭載するのが、社内空間およびトランクルームを広く取れるため便利である。ただし、本発明では、これらに何ら制限されるべきものではなく、組電池ないし電池は、車両の床下、トランクルーム、エンジンルーム、屋根、ボンネットフード内などに設置することができる。なお、本発明では、組電池だけではなく、使用用途によっては、バイポーラ電池を搭載するようにしてもよ

いし、これら組電池とバイポーラ電池を組み合わせて搭載するようにしてもよい。また、本発明のバイポーラ電池および／または組電池を駆動用電源として搭載することのできる車両としては、上記の電気自動車やハイブリッド電気自動車が好ましいが、これらに制限されるものではない。

#### 【0098】

本発明のバイポーラ電池の製造方法としては、特に制限されるべきものではなく、従来公知の各種の方法を適宜利用することができる。以下に、簡単に説明する。ただし、電極を積層する際に、電極周囲にスペーサを配置し、その後、電極周囲に樹脂を注入して電解質シール部を形成する方法に関しては、既に図8を用いて説明したとおりであるので、ここでの説明は省略ないし簡略化する。

#### 【0099】

##### (1) 正極用組成物の塗布

まず、適当な集電体を準備する。正極用組成物は通常はスラリー（正極用スラリー）として得られ、集電体の一方の面に塗布される。

#### 【0100】

正極用スラリーは、正極活物質を含む溶液である。他成分として、導電助剤、バインダ、重合開始剤、電解質の原料（固体電解質用高分子ないしホストポリマー、電解液など）、支持塩（リチウム塩）およびスラリー粘度調整溶媒などが任意で含まれる。すなわち、正極用スラリーは、溶液系のリチウムイオン電池と同様に、負極活物質のほか、導電助材、電解質の原料、支持塩（リチウム塩）、スラリー粘度調整溶媒、重合開始剤等を任意で含む材料を所定の比率で混合して作製することができる。

#### 【0101】

電解質層に高分子ゲル電解質を用いる場合には、正極活物質微粒子同士を結びつける従来公知のバインダ、電子伝導性を高めるための導電助材、溶媒などが含まれていればよく、高分子ゲル電解質の原料のホストポリマー、電解液やリチウム塩などは含まれていなくても良い。電解質層に電解液を含浸させたセパレータを用いる場合も同様である。

#### 【0102】

電解質の高分子原料（高分子ゲル電解質の原料のホストポリマーないし高分子固体電解質の高分子原料）は、PEO、PPO、これらの共重合体などが挙げられ、分子内に架橋性の官能基（炭素-炭素二重結合など）を有することが好ましい。この架橋性の官能基を用いて高分子電解質を架橋することによって、機械的強度が向上する。

#### 【0103】

正極活物質、導電助剤、バインダ、リチウム塩に関しては、前述した化合物を用いることができる。

#### 【0104】

重合開始剤は、重合させる化合物に応じて選択する必要がある。例えば、光重合開始剤としてベンジルジメチルケタール、熱重合開始剤としてアゾビスイソブチロニトリルが挙げられる。

#### 【0105】

NMPなどの溶媒は、正極用スラリーの種類に応じて選択する。

#### 【0106】

正極活物質、リチウム塩、導電助剤の添加量は、バイポーラ電池の目的等に応じて調節すればよく、通常用いられる量を添加すればよい。重合開始剤の添加量は、高分子原料に含まれる架橋性官能基の数に応じて決定される。通常は高分子原料に対して0.01～1質量%程度である。

#### 【0107】

##### （2）正極層の形成

正極用スラリーが塗布された集電体を乾燥して、含まれる溶媒を除去する。それと同時に、正極用スラリーによっては、架橋反応を進行させて、高分子固体電解質の機械的強度を高めてもよい。乾燥は真空乾燥機などを用いることができる。乾燥の条件は塗布された正極用スラリーに応じて決定され、一義的に規定できないが、通常は40～150℃で5分～20時間である。

#### 【0108】

##### （3）負極用組成物の塗布

正極層が塗布された面と反対側の面に、負極活物質を含む負極用組成物（負極



用スラリー)を塗布する。

#### 【0109】

正極層が塗布された面と反対側の面に、負極活物質を含む負極用組成物(負極用スラリー)を塗布する。

#### 【0110】

負極用スラリーは、負極活物質を含む溶液である。他成分として、導電助材、バインダ、重合開始剤、(固体電解質用高分子ないしホストポリマー、電解液など)、支持塩(リチウム塩)およびスラリー粘度調整溶媒などが任意で含まれる。使用される原料や添加量については、「(1)正極用組成物の塗布」の項での説明と同様であるため、ここでは説明を省略する。

#### 【0111】

##### (4) 負極層の形成

負極用スラリーが塗布された集電体を乾燥して、含まれる溶媒を除去する。それと同時に、負極用スラリーによっては、架橋反応を進行させて、高分子ゲル電解質の機械的強度を高めてもよい。この作業により、バイポーラ電極が完成する。乾燥は真空乾燥機などを用いることができる。乾燥の条件は塗布された負極用スラリーに応じて決定され、一義的に規定できないが、通常は40～150℃で5分～20時間である。かかる乾燥処理により、集電体上に負極層(電極形成部)を形成する。

#### 【0112】

##### (5) 電解質層の形成

高分子固体電解質層を用いる場合には、例えば、高分子固体電解質の原料高分子、リチウム塩等をNMPのような溶媒に溶解させて調製した溶液を硬化させることによって製造される。また、高分子ゲル電解質層を用いる場合には、例えば、高分子ゲル電解質の原料として、ホストポリマーと電解液、リチウム塩、重合開始剤等からなるプレゲル溶液を不活性雰囲気下で加熱乾燥と同時に重合(架橋反応を促進)させることによって製造される。また、不織布セパレータに高分子ゲル電解質を保持させてなる高分子ゲル電解質層を用いる場合には、不織布セパレータに、例えば、高分子ゲル電解質の原料として、ホストポリマーと電解液、

リチウム塩、重合開始剤等からなるプレゲル溶液を含浸させて、不活性雰囲気下で加熱乾燥と同時に重合（架橋反応を促進）させることによって製造される（後述する実施例参照のこと。）。

#### 【0113】

例えば、上記電極（正極および／または負極）上に、調製された上記溶液またはプレゲル溶液を塗布し、所定の厚さの電解質層またはその一部（電解質層厚さの半分程度の電解質膜）を形成する。その後、電解質層（膜）が積層された電極を不活性雰囲気下で硬化または加熱乾燥と同時に重合（架橋反応を促進）させることによって、電解質の機械的強度を高め、電解質層（膜）を製膜形成する（完成させる）。

#### 【0114】

あるいは、別途、電極間に積層される電解質層またはその一部（電解質層厚さの半分程度の電解質膜）を準備する。電解質層（膜）ないし不織布セパレータに高分子ゲル電解質を保持させてなる高分子ゲル電解質層（膜）は、上記溶液またはプレゲル溶液を、PETフィルムなど適当なフィルム上に塗布し、不活性雰囲気下で硬化または加熱乾燥と同時に重合（架橋反応を促進）させることによって製造されるか、あるいは、上記溶液またはプレゲル溶液を、PP製など適当な不織布セパレータに含浸し、不活性雰囲気下で硬化または加熱乾燥と同時に重合（架橋反応を促進）させることによって製造される。

#### 【0115】

硬化または加熱乾燥は真空乾燥機（真空オーブン）などを用いることができる。加熱乾燥の条件は溶液またはプレゲル溶液に応じて決定され、一義的に規定できないが、通常は30～110℃で0.5～12時間である。

#### 【0116】

電解質層（膜）の厚さは、スパーサなどを用いて制御できる。光重合開始剤を用いる場合には、光透過性のギャップに流し込み、乾燥及び光重合ができるような紫外線照射装置を用いて紫外線を照射して、電解質層内のポリマーを光重合させ架橋反応を進行させて製膜するとよい。ただし、この方法に限定されないことは勿論である。重合開始剤の種類に応じて、放射線重合、電子線重合、熱重合な

どを使いわけると。

【0117】

また、上記で用いるフィルムは、製造過程で80℃程度に加熱されることもありえるため、当該温度程度での十分な耐熱性を有し、さらに溶液またはプレゲル溶液との反応性がなく、製造過程で剥離し除去する必要上、離型性に優れたものを用いるのが望ましく、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリプロピレンフィルムなどを使用することができるが、これらに制限されるべきものではない。

【0118】

なお電解質層の幅は、バイポーラ電極の集電体サイズよりも若干小さくすることが多い。

【0119】

上記溶液またはプレゲル溶液の組成成分やその配合量などについては、使用目的に応じて適宜決定されるべきものである。

【0120】

なお、電解液を染み込ませたセパレータは、バイポーラ型でない従来の溶液系のバイポーラ電池に用いられる電解質層と同様の構成であり、従来公知の各種製造方法、例えば、電解液を染み込ませたセパレータをバイポーラ電極に挟み込んで積層する方法や真空注液法などにより製造できるため、以下、詳しい説明は省略する。

【0121】

（6）バイポーラ電極と電解質層との積層

①電解質層（膜）が一面または両面に形成されたバイポーラ電極の場合には、高真空下で十分加熱乾燥してから、電解質層（膜）が形成された電極を適当なサイズに複数個切りだし、切り出された電極を直接貼り合わせて、バイポーラ電池本体（電極積層体）を作製する。

【0122】

②別々にバイポーラ電極と電解質層（膜）を作製した場合には、高真空下で十分加熱乾燥してから、バイポーラ電極と電解質層（膜）をそれぞれを適当なサイ

ズに複数個切りだす。切りだされたバイポーラ電極と電解質層（膜）とを所定数張り合わせて、バイポーラ電池本体（電極積層体）を作製する。

### 【0 1 2 3】

上記電極積層体の積層数は、バイポーラ電池に求める電池特性を考慮して決定される。また、正極側の最外層には、集電体上に正極層のみを形成した電極を配置する。負極側の最外層には、集電体上に負極層のみを形成した電極を配置する。バイポーラ電極と電解質層（膜）とを積層、あるいは電解質層（膜）が形成された電極を積層させてバイポーラ電池を得る段階は、電池内部に水分等が混入するのを防止する観点から、不活性雰囲気下で行うことが好ましい。例えば、アルゴン雰囲気下や窒素雰囲気下でバイポーラ電池を作製するとよい。

### 【0 1 2 4】

#### （7）スペーサの設置

本発明では、上述したように、バイポーラ電極と高分子電解質層とを貼り合わせて積層する際に、例えば、図 5（a）、（b）に示すように、電極の周辺部に複数の円柱形状のスペーサ 2 3 を接着材により接着して配置する。あるいは図 6 のものや不織布による連続体スペーサを接着剤により接着ないし糊で仮止めする。なお、当該工程は、上述したように、かかる段階で行ってもよいし、予め正極層ないし負極層を形成する前に設置しておいてもよい。

### 【0 1 2 5】

#### （8）電解質シール部（絶縁層）の形成

上記電極積層体の外周部の四辺を、外辺から、所定の幅（例えば、1 0 mm 程度の幅；図 5 の  $W_1$  の幅）で、シール部用樹脂として、例えば、エポキシ樹脂（前駆体溶液）中に浸漬させ、その後エポキシ樹脂を硬化させて、電解質シール部を形成する。なお、本発明では、これらに制限されるものではなく、従来公知の樹脂注入技術を適宜利用することができることは言うまでもない。これにより、前記スペーサが、電解質シール部の樹脂に完全に取り込むことができ、漏れの無いシール部を形成することができる。

### 【0 1 2 6】

#### （7）パッキング（電池の完成）

最後にバイポーラ電池本体（電池積層体）の両最外層の電子伝導性層上にそれぞれ、正極端子板、負極端子板を設置し、該正極端子板、負極端子板に、さらに正極リード、負極リードを接合（電氣的に接続）して取り出す。正極リードおよび負極リードの接合方法としては特に制限されるべきものではないが、接合温度の低い超音波溶接等が好適に利用し得るものであるが、これに限定されるべきものではなく、従来公知の接合方法を適宜利用することができる。

#### 【0127】

電池積層体全体を、外部からの衝撃、環境劣化を防止するために、電池外装材ないし電池ケースで封止し、バイポーラ電池を完成させる。この際には、正極リード、負極リードおよびコネクタ（またはその配線部）を封止し、その一部を電池外部に取り出す（図3参照のこと。）。電池外装材（電池ケース）の材質は、内面がポリプロピレンフィルム等の絶縁体で被覆された金属（アルミニウム、ステンレス、ニッケル、銅など）が好適である。

#### 【0128】

##### 【実施例】

本発明の効果を、以下の実施例および比較例を用いて説明する。ただし、本発明の技術的範囲が以下の実施例に限定されるものではない。

#### 【0129】

##### 実施例1（第一の実施形態の例）

##### <電極の形成>

##### 1. 正極層

正極活物質として平均粒子径  $2\mu\text{m}$  のスピネル  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  [85質量%]、導電助剤としてアセチレンブラック [5質量%]、バインダとしてPVDF [10質量%] およびスラリー粘度調整溶媒としてN-メチル-2-ピロリドン（NMP）（NMPは、電極乾燥時にすべて揮発させて除去するので、電極の構成材料ではなく、適当なスラリー粘度になるように適量を加えた。）からなる材料を上記比率（スラリー粘度調整溶媒を除く成分で換算した比率を示す。）にて混合して正極スラリーを作製した。

#### 【0130】

集電体である SUS 箔（厚さ  $20\ \mu\text{m}$ ）の片面に上記正極スラリーを塗布し、真空オーブンに入れ、 $120^\circ\text{C}$ で10分間乾燥させて乾燥厚さ  $40\ \mu\text{m}$ の正極層を形成した。

#### 【0131】

##### 2. 負極層

負極活物質としてハードカーボン〔90質量%〕、バインダとしてPVDF〔10質量%〕およびスラリー粘度調整溶媒としてNMP（適当なスラリー粘度になるように適量を加えた。）からなる材料を上記比率（スラリー粘度調整溶媒を除く成分で換算した比率を示す。）にて混合して負極スラリーを作製した。

#### 【0132】

正極層を形成した SUS 箔の反対面に、上記負極スラリーを塗布し、真空オーブンに入れ、 $120^\circ\text{C}$ で10分間乾燥させて乾燥厚さ  $40\ \mu\text{m}$ の負極層を形成した。

#### 【0133】

集電体である SUS 箔の両面に正極層と負極層がそれぞれ形成されることにより、バイポーラ電極が形成された（図1参照のこと）。

#### 【0134】

##### <ゲル電解質層の形成>

厚さ  $50\ \mu\text{m}$ のPP製不織布（空孔率60%）をセパレータとして用いた。

#### 【0135】

上記セパレータに、ホストポリマーとしてポリエチレンオキシドとポリプロピレンオキシドの共重合体（共重合比が5：1、重量平均分子量が8000のものを用いた。）〔10質量%〕と、電解液EC+DMC（1：3（体積比））に1.0Mでリチウム塩 $\text{LiBF}_4$ を溶解させたもの〔90質量%〕、および重合開始剤としてAIBN〔ホストポリマーに対して0.1質量%〕からなるプレゲル溶液を浸漬させて、不活性雰囲気下で $90^\circ\text{C}$ で1時間熱重合させることにより、不織布セパレータにゲル電解質を保持させてなるゲル電解質層を形成した。得られたゲル電解質層の厚さは $50\ \mu\text{m}$ であり、不織布セパレータよりも厚くはなかった。

## 【0 1 3 6】

## &lt;バイポーラ電池の形成&gt;

上記バイポーラ電極と、ゲル電解質層を、電極の正極層と負極層がゲル電解質層を挟むような構成で積層した。

## 【0 1 3 7】

積層する際、図 5 (a) 及び (b) のように、電極の周辺部（周辺部の幅  $W_1$  は 8 mm であった。）に厚さ（高さ） $100\ \mu\text{m}$  の円柱形状（直径 5 mm）の P P 製スペーサを適当な間隔をあけて 12 箇所ずつ配置しながら積層していった。なお、スペーサは、糊で仮止めした。

## 【0 1 3 8】

## &lt;シール部の形成&gt;

厚さ  $50\ \mu\text{m}$  のポリプロピレン製の不織布の外周部の四辺を、外辺から 10 cm の幅で、電解質シール用の樹脂としてのエポキシ樹脂に浸漬させ、その後エポキシ樹脂を硬化させて、電解質シール部を形成した（図 5 (C) 参照のこと）。

## 【0 1 3 9】

5 層（単電池層 5 セル分）積層した後、電池積層体をラミネートパック（アルミニウムをポリプロピレンフィルムでラミネートしたもの；電池外装材）で封止し、バイポーラ電池を形成した。

## 【0 1 4 0】

## 比較例 1

比較例 1 として電解質シール部とスペーサを設けない以外は実施例 1 と同様にして 5 層（単電池層 5 セル分）積層した後、電池積層体をラミネートパック（アルミニウムをポリプロピレンフィルムでラミネートしたもの；電池外装材）で封止してバイポーラ電池を形成した。

## 【0 1 4 1】

## &lt;評価&gt;

上記実施例 1 では、10 個の電池サンプルを製造しても製造過程で端子間の接触による短絡による不良電池の発生は認められなかった。確認のため実施例 1 の電池の充放電サイクル試験を行った。充放電サイクル試験は、 $25^\circ\text{C}$  で行い、充

放電電流値は 0.5 C A とした。

【0 1 4 2】

実施例 1 のバイポーラ電池は、50 サイクルを超えても各単電池層の電圧が維持され、端子間の接触などによる短絡が生じていないことが確認された。

【0 1 4 3】

なお、スペーサを持たない比較例 1 の電池では、10 個の電池サンプルを製造した際に、製造過程で集電箔の接触による短絡、または電解液が漏れ出して電解液同士が接触する液絡による不良電池が 10 個全てに発生していることが認められた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のバイポーラ電池を構成するバイポーラ電極の基本構造を模式的に表わした断面概略図である。

【図 2】 本発明のバイポーラ電池を構成する単電池層（単セル）の基本構造を模式的に表わした断面概略図である。

【図 3】 本発明のバイポーラ電池の基本構造を模式的に表わした断面概略図である。

【図 4】 本発明のバイポーラ電池の基本構成を模式的に表わしてなる概略図である。

【図 5】 図 5（a）は、円柱形状のスペーサを複数配置してなる電極積層体の平面図（ただし、最上層の集電体は図示せず）であり、図 5（b）は、図 5（a）の電極積層体の側面概略図である。

【図 6】 図 6（a）は、本発明に用いられるスペーサを実施形態の 1 つを模式的に表した側面図であり、図 6（b）は、図 6（a）のスペーサの平面図である。

【図 7】 図 5（a）の電極積層体の単電池層周囲に電解質シール部を形成した状態でのコーナー部の拡大平面図（ただし、最上層の集電体は図示せず）である。

【図 8】 図 8（a）は、スペーサを用いてなる電極積層体の側面概略図である。図 8（b）は、スペーサを用いてなる外電極積層体の単電池層周囲に電解



質シール部を形成する手法として、極積層体の電極周囲を樹脂（前駆体）に浸漬する手前の様子を模式的に表した概略図である。図 8（c）は、極積層体の電極周囲を樹脂（前駆体）に浸漬しても、スペーサにより単電池層間が電氣的に絶縁を保った状態を模式的に表した概略図である。

【図 9】 図 9（a）は、スペーサを用いていない電極積層体の側面概略図である。図 9（b）は、外電極積層体の単電池層周囲に電解質シール部を形成する手法として、極積層体の電極周囲を樹脂（前駆体）に浸漬する手前の様子を模式的に表した概略図である。図 9（c）は、極積層体の電極周囲を樹脂（前駆体）に浸漬したことで、単電池層間が電氣的に短絡してしまった状態を模式的に表した概略図である。

【符号の説明】

- 1…集電体（金属箔）、
- 2…正極層、
- 3…負極層、
- 4…電解質層（電解質膜）、
- 5…バイポーラ電極、
- 5 a…集電体の必要な片面のみに正極層を配置した電極、
- 5 b…集電体の必要な片面のみに負極層を配置した電極、
- 6…単電池層（単セル）、
- 7…電極積層体、
- 8…正極リード、
- 9…負極リード、
- 1 0…電池外装材、
- 1 1…バイポーラ電池、
- 2 1…電解質シール部、
- 2 3…スペーサ、
- 2 3 a…スペーサの連続体、
- 2 5…開口部、
- 3 1…シール用樹脂前駆体、

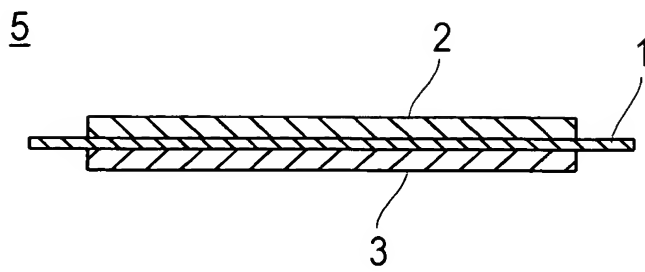
$W_1$ …電解質シール部の幅、

$W_2$ …スペーサの幅、

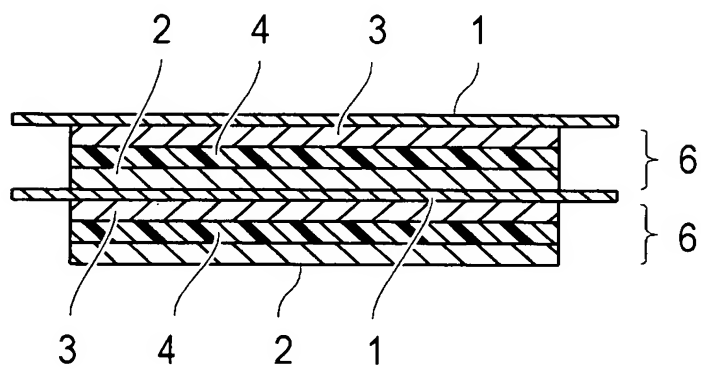
$W_3$ …連続体スペーサの幅。

【書類名】 図面

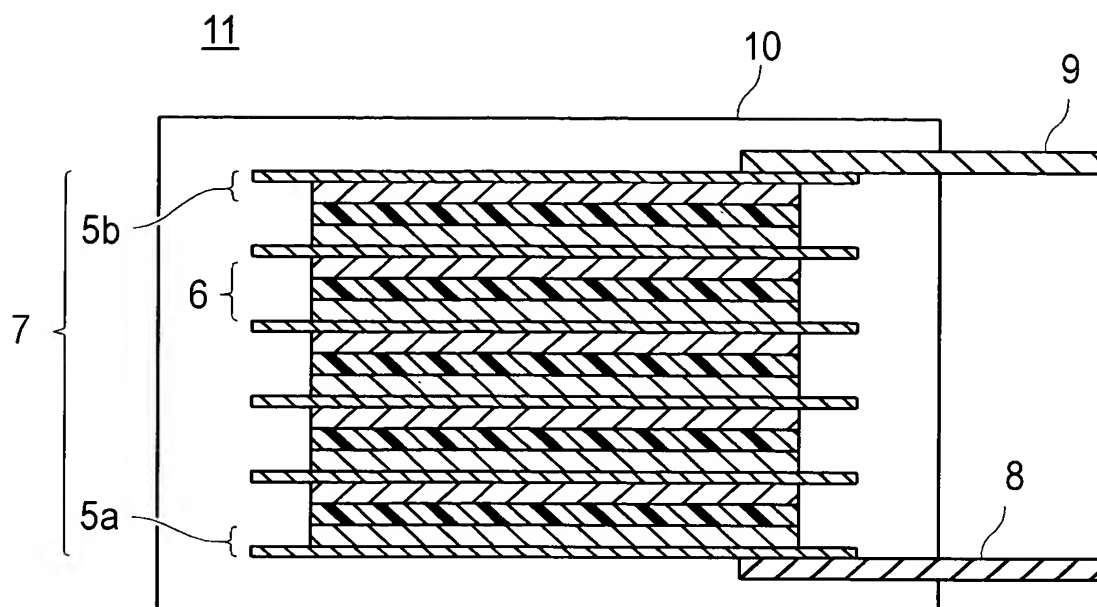
【図 1】



【図 2】

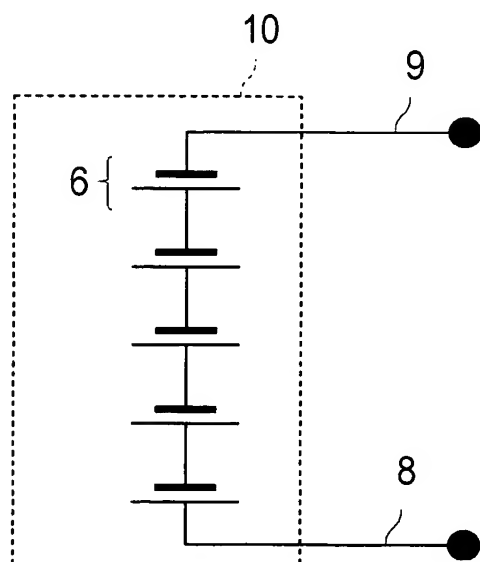


【図 3】



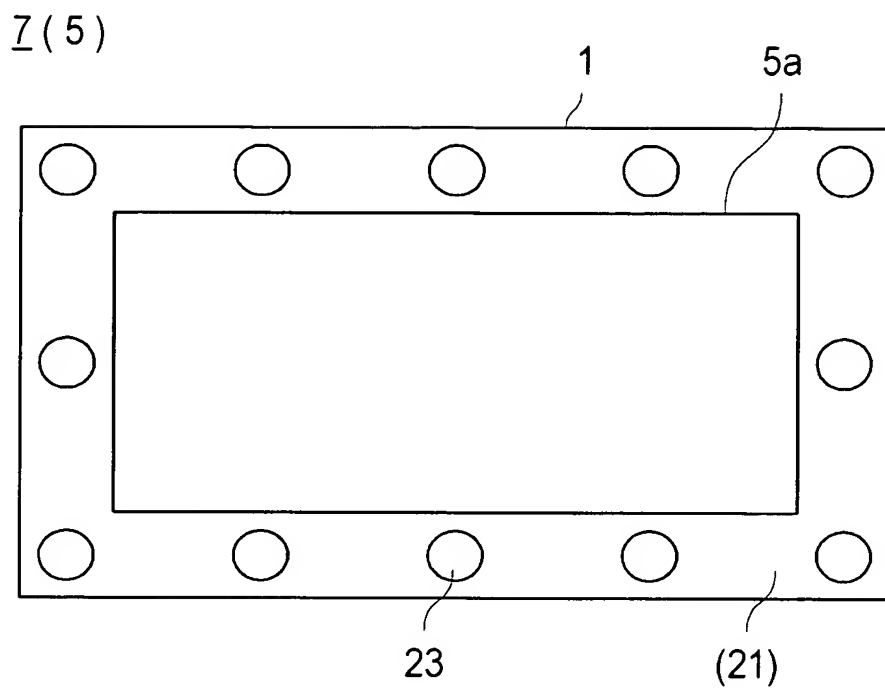
【図 4】

11

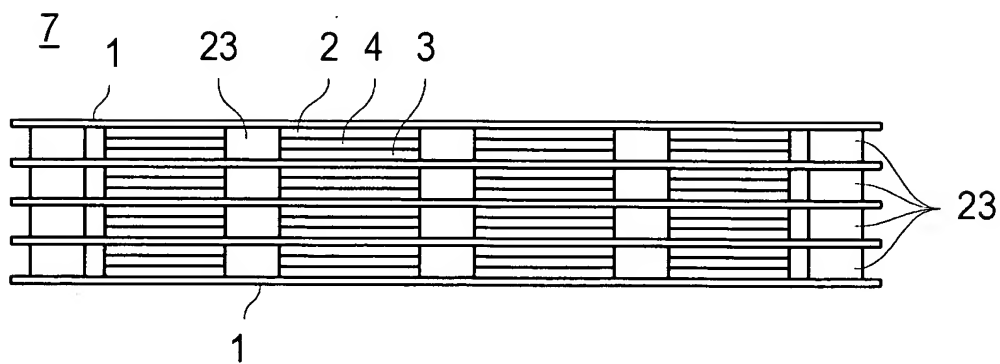


【図 5】

(a)

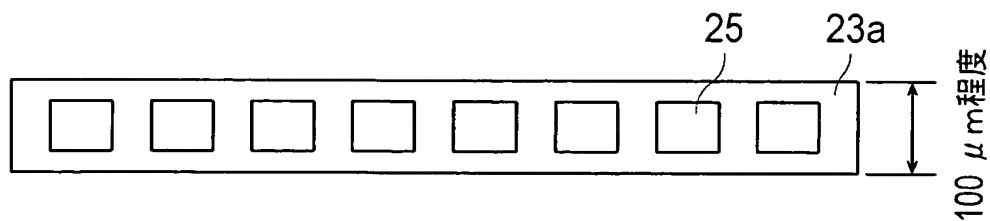


(b)



【図 6】

(a)

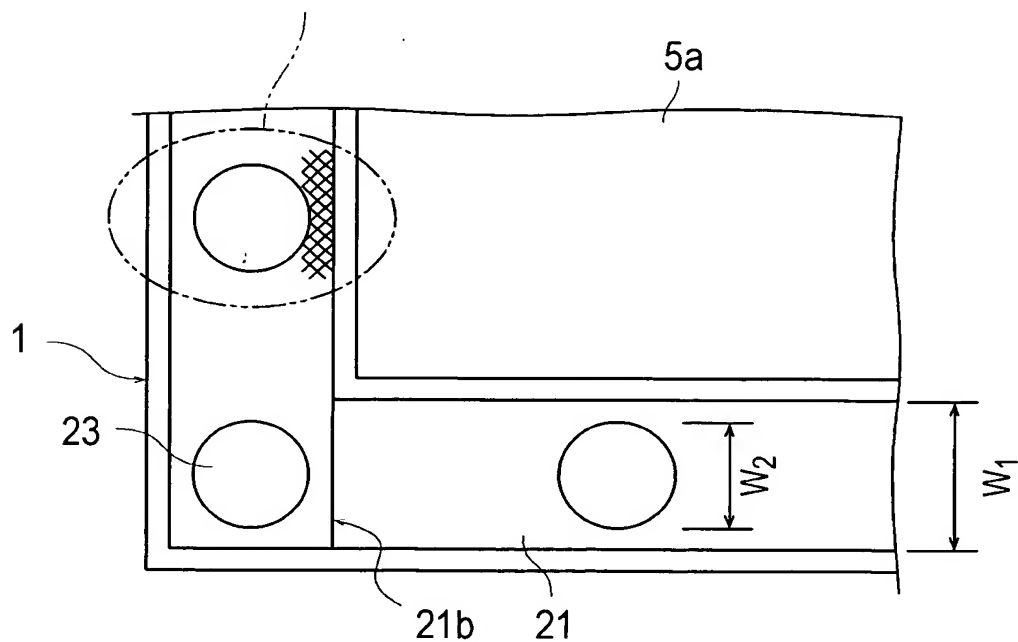


(b)



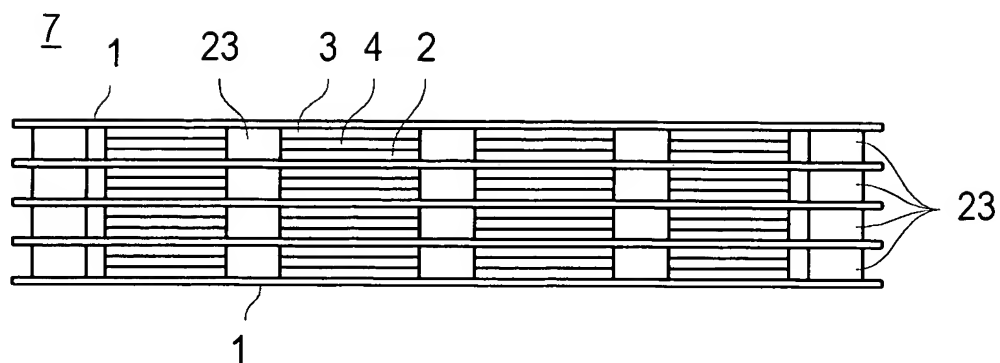
【図 7】

スペーサが完全にシール部に取り込まれている。

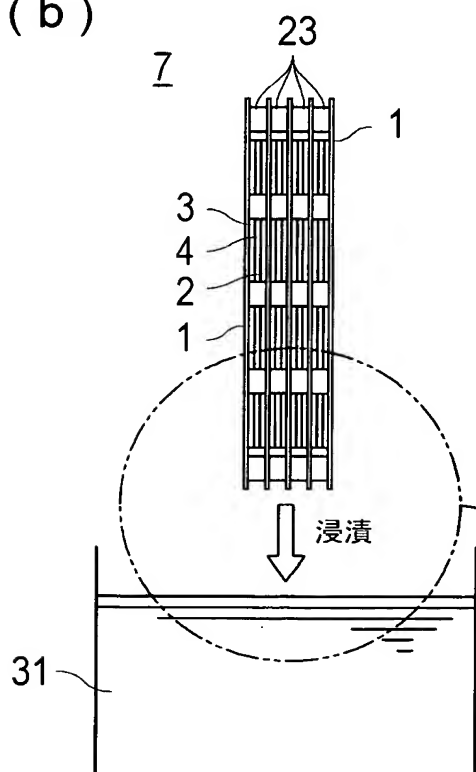


【図 8】

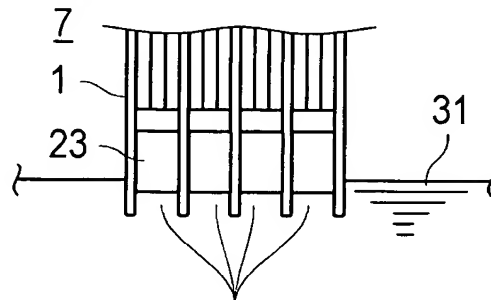
(a)



(b)



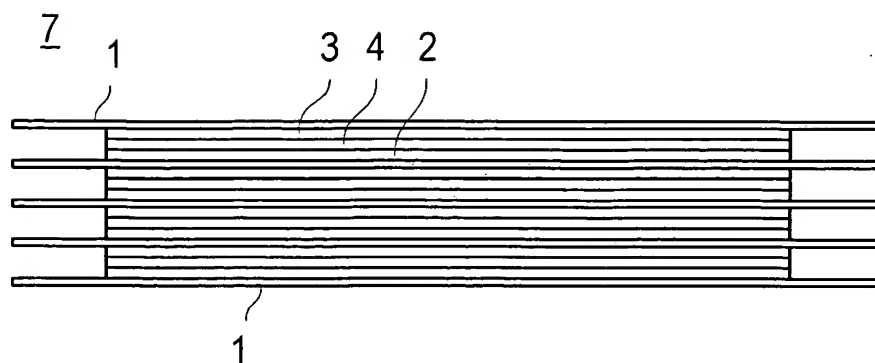
(c)



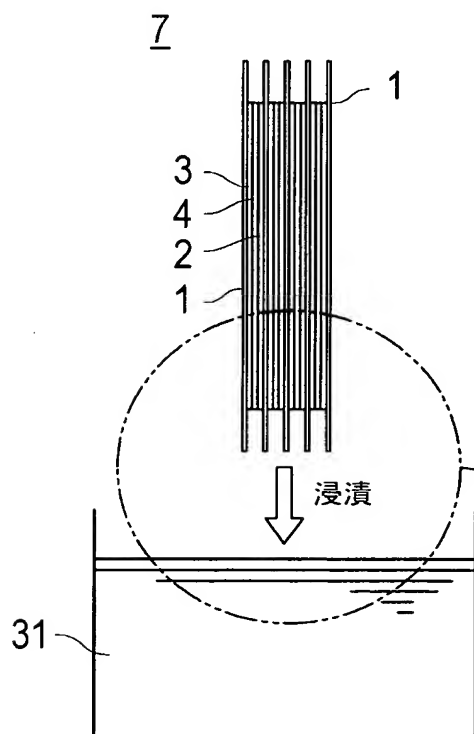
圧迫を受けにくい。  
そのため短絡（接触）せず。

【図 9】

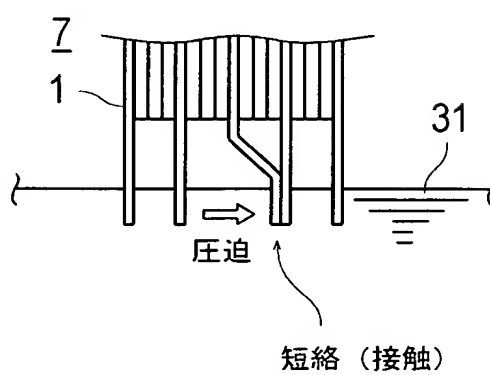
(a)



(b)



(c)





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電池内で単電池層が直列に接続されてなるバイポーラ電池において、集電体箔同士の間隔を保ったまま電解質シール部を形成でき、該電解質シール部が電極間の電氣的な絶縁も兼ねることができる信頼性の高いバイポーラ電池を提供する。

【解決手段】 集電体の一方の面に正極が形成され、他方の面に負極が形成されたバイポーラ電極を、電解質層を挟んで複数枚直列に積層したバイポーラリチウムイオン二次電池において、電極側面の電解質シール部の中に、電極同士の間隔を保持するためのスペーサが設けられていることを特徴とするバイポーラ電池。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 0 3 9 7 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社